

POROVNANIE VLASTNOSTÍ SYNCHRÓNNEHO A ASYNCHRÓNNEHO MULTIPLEXORA ATM

SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS ATM MULTIPLEXOR PROPERTIES COMPARISON

Ján Žabka

Katedra informatiky, Fakulta mechatroniky, TnU Pri parku 19, 91150 Trenčín - Záblatie
Tel.: 032/7417559, fax.: 032/7417515, e-mail: zabka@tnuni.sk

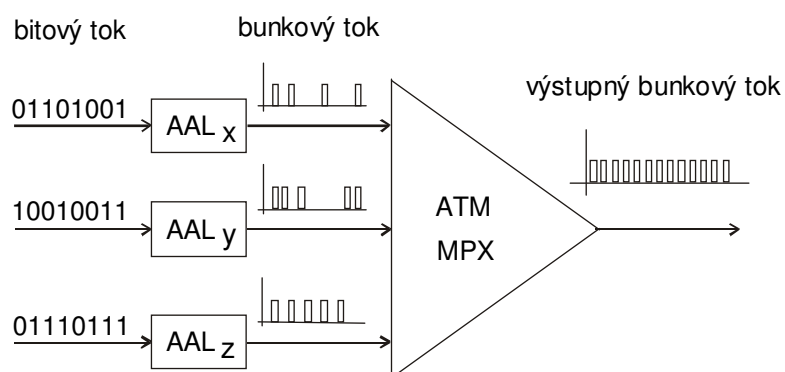
Abstrakt Cieľom článku je na základe vykonaných simulácií realizovaných s využitím počítačového modelu ATM multiplexora posúdiť aspekty použitia synchrónnych a asynchrónnych multiplexorov ATM. Model ATM multiplexora je modelom so vstupným radením s tromi vstupmi. Synchrónny multiplexor pracuje bez priorít vstupov. Jednotlivé vstupy sú obsluhované periodicky. Model asynchrónneho multiplexora umožňuje používať viaceré druhy mechanizmov obsluhy a priorít. Parametrami výkonnosti multiplexorov je CLR a CTD. Vstupné toky jednotlivých vstupov sú generované zdrojmi typu IPP s variabilnými hodnotami parametrov. Článok nadväzuje na [1], kde bola verifikovaná funkčnosť modelu synchrónneho multiplexora ATM.

Summary The article is aimed to ATM multiplexor computer model utilisation. Based on simulation runs we try to review aspects of use a synchronous and asynchronous ATM multiplexors. ATM multiplexor is the input queuing model with three inputs. Synchronous multiplexor works without an input priority. Multiplexor inputs are served periodically. Asynchronous multiplexor model supports several queuing and priority mechanisms. CLR and CTD are basic performance parameters. Input cell flows are generated as IPP sources. The article refers to [1] which verifies the ATM synchronous multiplexor model functionality.

1. ÚVOD

Na obr.1 je znázornený jednoduchý model ATM multiplexora. Pri určovaní jeho výkonnosti je potrebné zamerať sa na tieto problémové okruhy:

- charakter bitových tokov (napr. pre audio, video, dáta atď.),
- aký typ AAL vrstvy použiť pre jednotlivé komponenty multimediálnej služby,
- ako charakterizovať bunkový tok (napr. IPP, ON/OFF, MMPP, BMPP, Poisson, TES, AR atď.),
- vnútornú štruktúru ATM multiplexora (umiestnenie a veľkosť buffrov, určovanie priorít, mechanizmus obsluhy frontov, atď.),
- metriku určovania výkonnosti (bitová, bunková, rámcová, atď.),
- typy a akceptovateľné hodnoty parametrov výkonnosti.



Obr. 1. Jednoduchý model ATM multiplexora
Fig. 1. Basic ATM multiplexor model

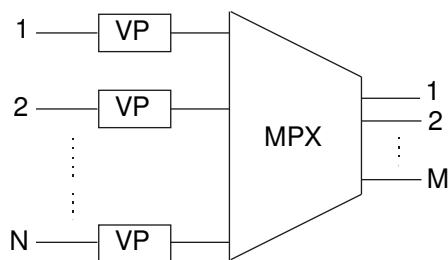
Charakter bunkových tokov

Pre popis ATM zdrojov bunkových tokov existuje množstvo modelov. Niektoré z nich sú uvedené v ďalšom texte:

- zdroj s exponenciálnym rozdelením,
- zdroj typu ON/OFF,
- zdroj IPP (Interrupted Poisson Process),
- zdroj MMDP (Markov Modulated Deterministic Process),
- zdroj MMBP (Markov Modulated Bernoulli Process),
- zdroj GMDP (General Modulated Deterministic Process),
- markovovský model zdroja s autoregresiou,
- model zdroja typu „car - train“.

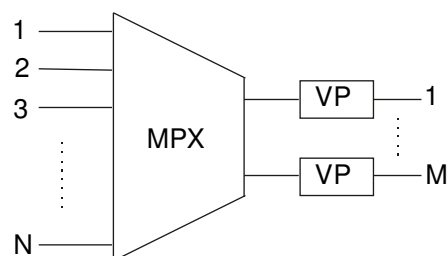
2. VNÚTORNÁ ŠTRUKTÚRA ATM MULTIPLEXORA

Z hľadiska vnútornej štruktúry multiplexora existujú tri základné možnosti realizácie, popisované na obr. 2 – 4 :



Obr. 2. Multiplexor so vstupným radením
Fig. 2. Input queueing multiplexor

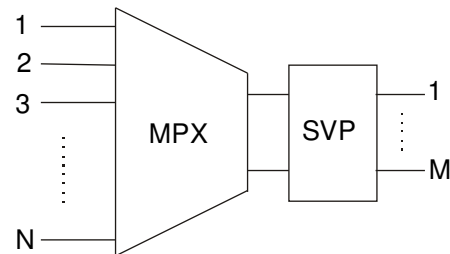
Ako vidno na obr. 2 , multiplexor so vstupným radením má na každom vstupe umiestnenú vyrovnávaciu pamäť VP, ktorá slúži ako buffer prichádzajúcich buniek z daného zdroja. Ide vlastne o pamäť FIFO, z ktorej sa potom pridelujú bunky jednotlivým výstupom. Veľkosť VP je úmerná tomu aké veľké oneskorenie alebo stratovosť buniek je povolená pre daný zdroj.



Obr. 3. Multiplexor s výstupným radením
Fig. 3. Output queueing multiplexor

U tohto multiplexora sú VP umiestnené na výstupoch a tak sa tvorí v multiplexore M výstupných radov. Multiplexor je zobrazený na obr. 3. Výhodou oproti vstupnému radeniu je to, že pri

vstupe buniek do multiplexora sa rozdelia rovnomerne na jednotlivé výstupy, zatiaľ čo pri vstupnom radení pri intenzívnej prevádzke na jednom vstupe môže dôjsť k pretečeniu VP a nastane strata buniek. Nevýhodou je fakt, že pri neočakávanom zvýšení intenzity jedného zdroja môže dôjsť k preplneniu všetkých VP na výstupoch a potom môže dôjsť k strate buniek na všetkých výstupoch.



Obr. 4. Multiplexor so spoločným výstupným radením
Fig. 4. Common output queueing multiplexor

U tohto multiplexora je na výstupe jedna SVP (spoločná vyrovnávacia pamäť), ktorá slúži pre všetky výstupné kanály, ako vidno na obr.4. Výhodou oproti predchádzajúcemu variantu je to, že ak chceme niektoré vstupy priradiť na jeden určitý výstup, spoločná pamäť nám poskytne väčšiu kapacitu a tým sa zníži stratovosť buniek. Nevýhoda z toho vyplývajúca je zvyšovanie oneskorenia bunky.

Ďalšími problémami pri navrhovaní štruktúry multiplexora sú stanovenie mechanizmu obsluhy frontov a určovanie priorít frontov. Tieto dva problémy medzi sebou úzko súvisia, pretože pri definovaní priority jednotlivých vstupov treba definovať vhodne aj mechanizmus obsluhy jednotlivých vstupných frontov. Stanovenie mechanizmu obsluhy a určovanie priorít vstupných frontov má zmysel iba pri návrhu asynchrónneho multiplexora. Pri synchrónnom multiplexore je mechanizmus obsluhy vstupných frontov FIFO a nie je definovaná žiadna priorita. Prioritu má ten vstup, ktorý je ďalší v poradí po práve obsluženom fronte, čo sa cyklicky opakuje. Existujú viaceré mechanizmy obsluhy frontov použiteľné pre asynchrónny multiplexor ATM.

Uvediem aspoň niektoré z nich:

- obsluží sa ten vstup, ktorý má najväčší počet buniek vo VP,
- obsluží sa ten vstup, v ktorom bunka čaká najdlhšie na obsluhu,
- určité kombinácie dvoch predchádzajúcich.

Existuje ešte veľa možných mechanizmov obsluhy, ich aplikácia je závislá aj od charakteru vstupných bunkových tokov multiplexora. Každý druh vstupného toku je niečím špecifický a preto treba mechanizmy obsluhy prispôbovať pre dosiahnutie efektívneho využitia prenosovej kapacity prenosového kanálu ich charakteru.

Typy a akceptovateľné hodnoty parametrov výkonnosti

Parametre výkonnosti je možné hodnotiť na rôznych úrovniach (bitová, bunková, rámcová, atď.). Vzhľadom k tomu, že navrhnutý model pracuje na bunkovej úrovni, budem sa venovať iba parametrom na bunkovej úrovni.

Medzi základné parametre patria:

- CER (Cell Error Ratio) - chybovosť bunky, je to pomer všetkých chybných buniek ku všetkým preneseným bunkám,
- CLR (Cell Loss Ratio) - stratovosť bunky, je to pomer všetkých stratených buniek ku všetkým preneseným bunkám,
- CTD (Cell Transfer Delay) - oneskorenie prenosu bunky, je rozdiel časov $t_2 - t_1$ medzi vstupom bunky do siete alebo linky (t_1) a výstupom tej istej bunky zo siete (t_2)
- CDV (Cell Delay Variation) - odchýlka oneskorenia bunky, je to štatistický rozptyl oneskorenia bunky.

3. ŠTRUKTÚRA SIMULAČNÉHO MODELU

Simulačný model obr. 5 pozostáva z dvoch systémov hromadnej obsluhy:

- synchronný multiplexor,
- asynchronný multiplexor.

Obsluha vstupných frontov v synchronnom multiplexore prebieha cyklicky, t.j. časový interval odvodený z výstupnej rýchlosti multiplexora je pridelovaný postupne od 1. až po 3. vstup, čo sa stále opakuje. Asynchronný multiplexor je navrhnutý tak, že môže poskytovať až tri druhy obsluhy vstupných frontov:

1. obsluhuje sa ten front, ktorý má najväčší počet požiadaviek (buniek); ak sa vyskytne zhoda, vyberie sa náhodne jeden front,
2. obslúži sa tá bunka, ktorá čaká najdlhšie na obsluženie, inak povedané ako keby obsluhoval jednu veľkú pamäť FIFO, ktorá sa skladá z troch vstupných buffrov. Ak sa

vyskytne zhoda, vyberie sa náhodne jedna bunka,

3. prvý vstup je nastavený ako prioritný a je možné regulovať maximálnu dobu oneskorenia bunky. Ak doba oneskorenia bunky je menšia ako maximálna, obsluha prebieha podľa bodu 2.

Každý z multiplexorov má tri vstupy, kde sa bunky radia do vstupných frontov v buffroch. Buffre sú typu FIFO a v simulačnom modeli sa ich veľkosť dá meniť podľa potrieb užívateľa. Aby bolo možné uskutočniť porovnanie výkonnosti synchronného a asynchronného multiplexora, je potrebné na ich vstupy privádzať zhodné bunkové toky, ako je vidieť aj na obr. 5. Bunkové toky sú generované zdrojom 1, zdrojom 2 a zdrojom 3, ktoré vytvárajú ďalšiu veľkú časť simulačného modelu. Návrhu zdrojov je tiež potrebné venovať väčšiu pozornosť, aby korešpondovali bunkovému toku v reálnej komunikácii a tým vytvorili vhodné podmienky na simuláciu prevádzky. Na generovanie vstupných zdrojov sú použité modely IPP. Jedná sa o Poissonov prerušovaný proces, ktorého príklad prevádzky je zobrazený na obr. 6.



Obr. 6. Príklad bunkového toku IPP zdroja
Fig. 6. IPP source cell flow example

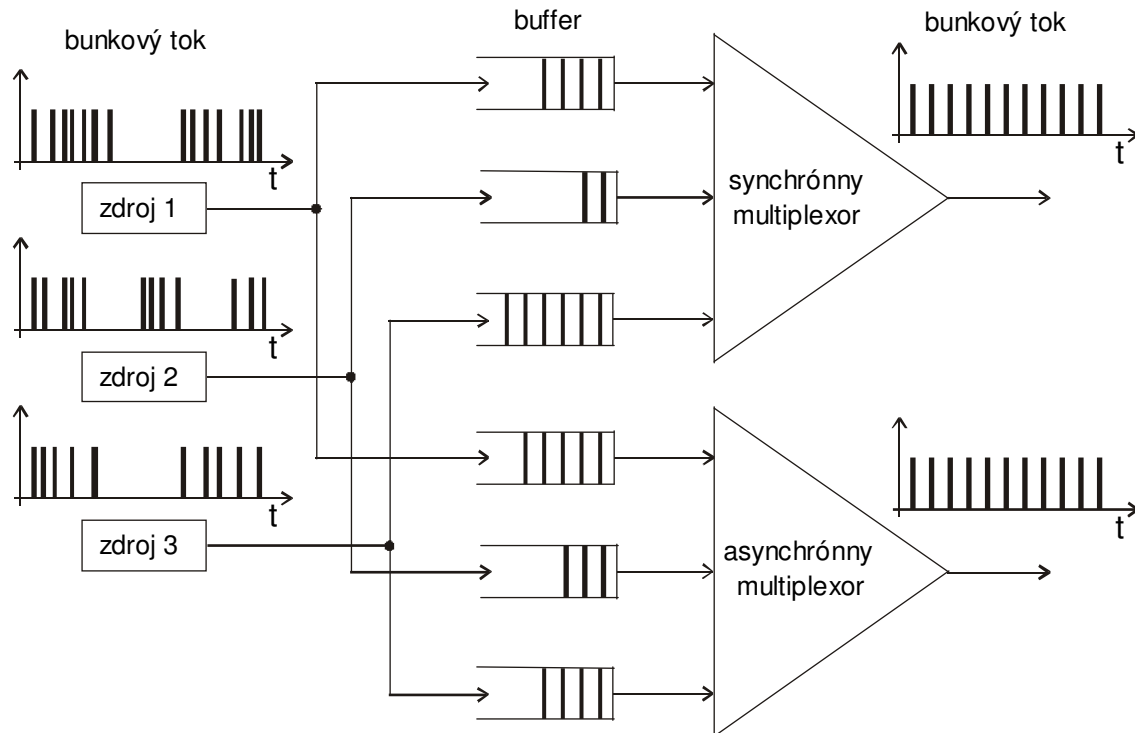
IPP model vhodne popisuje multimediálnu komunikáciu charakteristickú premenlivou bitovou rýchlosťou. Model zdroja sa môže nachádzať v dvoch stavoch:

- ON aktívny stav; - OFF neaktívny stav.

Doba trvania obidvoch stavov je daná exponenciálnym rozdelením. Počet buniek v stave ON je daný Poissonovým rozdelením, pre ktoré je charakteristické, že doba medzi výskytom dvoch po sebe idúcich buniek je exponenciálne rozdelená. To umožňuje, aby celý IPP zdroj bol generovaný pomocou exponenciálneho rozdelenia.

Metodika práce so simulačným modelom

Program MPX je určený pre simuláciu prevádzky synchronného a asynchronného multiplexora s tromi vstupnými tokmi. Hlavnou úlohou programu je porovnanie výkonnostných



Obr. 5. Štruktúra simulačného modelu
Fig. 5. Simulation model structure

parametrov a to bunkovej stratovosti a oneskorenia bunky synchrónneho a asynchrónneho multiplexora.

4. ŠTRUKTÚRA MPX

Užívateľské rozhranie programu sa skladá z troch hlavných formulárov:

1. formulár pre zadanie vstupných parametrov,
2. formulár na zobrazenie výsledkov v číselnom vyjadrení,
3. formulár na zobrazenie výsledkov v grafickej podobe.

Z pohľadu zdrojového kódu program tvoria nasledovné hlavné časti:

- funkcia generujúca okamžiky príchodov buniek zo vstupných zdrojov,
- multiplexory - funkcie, ktoré obsluhujú svoje jednotlivé vstupné buffre,
- štatistické vyhodnocovanie výsledkov,
- prezentácia výsledkov.

Formulár pre zadanie vstupných parametrov

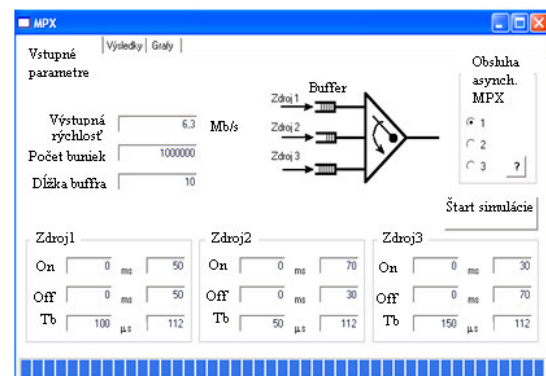
Parametre, ktoré je možné zadávať a vzhľad formulára vidno na obr. 7:

- Výstupná rýchlosť

Udáva výstupnú rýchlosť multiplexorov v Mb/s

- Počet buniek

Udáva počet úspešne prenesených buniek, ktoré sa majú odsimulovať. Je to vlastne súčet úspešne prenesených buniek zo všetkých vstupov.



Obr. 7. Formulár pre zadanie vstupných parametrov
Fig. 7. Input parameters form

- Dĺžka buffra

Udáva maximálnu kapacitu vstupných frontov.

- Obsluha asynchrónneho MPX

Určuje typ obsluhy akým bude asynchrónny multiplexor pracovať. Na výber sú tri možnosti:

1. obsluhuje sa ten vstupný front, v ktorom čaká najviac buniek na obsluhu. Ak sa vyskytne vo frontoch zhodný počet buniek, obsluží sa náhodne jeden z nich.

2. obsluží sa tá bunka, ktorá čaká najdlhšie na obsluhu zo všetkých troch frontov. Ak sa vyskytne zhoda, bunka sa vyberie náhodne.
3. v políčku "Maximálne oneskorenie bunky" sa dá nastaviť maximálne oneskorenie bunky z prvého vstupu. Obsluha prebieha podľa bodu 2, ak bunka v prvom vstupnom fronte nenadobudne maximálne oneskorenie.

- Zdroj 1, Zdroj 2, Zdroj 3

Jedná sa o zdroje typu IPP. Všetky zdroje sa skladajú z troch základných častí:

- **On**, reprezentuje dĺžku aktívneho stavu zdroja v ms.
- **Off**, reprezentuje dĺžku neaktívneho stavu zdroja v ms.
- **Tb**, reprezentuje medzibunkovú vzdialenosť v μ s.

Každá táto časť sa skladá z dvoch parametrov:

- prvý - udáva minimálnu dobu trvania stavu On, Off a minimálnu medzibunkovú vzdialenosť pri Tb
- druhý - ak k nemu pripočítame hodnotu prvého parametra, dostaneme strednú hodnotu trvania stavu On, Off a strednú medzibunkovú vzdialenosť pri Tb

Formulár na zobrazenie výsledkov v číselnom vyjadrení

V tomto formulári sa nachádzajú výsledky simulácie. Výsledky sú zobrazené zvlášť pre každý multiplexor a pre každý vstup, vid' obr. 8. Priemerná doba oneskorenia bunky predstavuje počet buniek, koľko bolo obslužených multiplexorom, pokiaľ daná bunka čakala vo vstupnom buffri.

Vstupné parametre	Synchronný MPX			Asynchronný MPX		
	Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3
Počet prenesených buniek	342229	329671	327902	342452	330106	328116
Počet stratených buniek	223	235	214	0	0	0
Stratovosť bunky	0,0006511962	0,0007118926	0,0006522083	0	0	0
Priemerné oneskorenie bunky	6,536027	6,510399	6,590838	6,6328912	6,7193659	6,722336
Doba prenosu výstupnej bunky	6,730159E-05 s					

Obr. 8. Formulár pre zobrazenie výsledkov v číselnom zobrazení

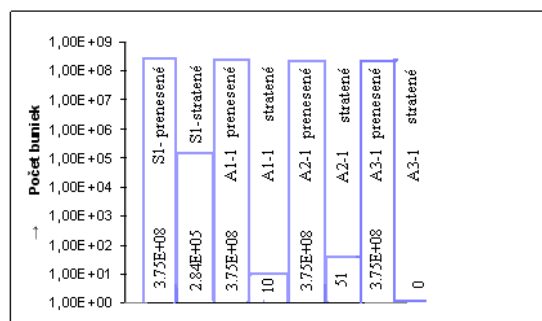
Fig. 8. Numeric results display form

Formulár na zobrazenie výsledkov v grafickej podobe

Formulár slúži na prezentovanie simuláciou získaných hodnôt, pozri obr. 9 – 10, v grafickej podobe. K dispozícii sú dva druhy grafov:

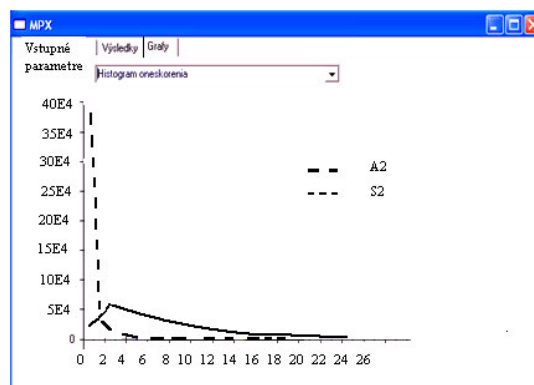
- graf obslužených a stratených buniek,
- histogram oneskorenia.

Histogram oneskorenia je možné zobraziť pre každý zdroj a multiplexor zvlášť.



Obr. 9. Graf obslužených a stratených buniek
Fig. 9. Served and lost cells plot

Pomocou výsuvnej lišty sá dá prepínať medzi jednotlivými druhmi grafov.



Obr. 10. Histogram oneskorenia buniek
Fig. 10. Cell delay histogram

5. PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV SIMULÁCIÍ

Na danom modeli boli vykonané tri druhy simulácií:

Simulácia 1 - model bol zaťažený určitými vstupnými tokmi a vyhodnocovali sa výhody jednotlivých druhov multiplexorov,

Simulácia 2 - parametre zdrojov 2 a 3 boli konštantné. Prebehlo viacero simulácií, pri zmene parametrov zdroja prvého vstupu ovplyvňujúcich dobu aktívneho stavu zdroja v rozsahu od 0% do 100% s krokom 10%,

Simulácia 3 - v tejto simulácii bol porovnávaný vplyv zmeny maximálnej doby oneskorenia bunky prvého vstupu multiplexora s obsluhou typu 3 na ďalšie dva vstupy tohto multiplexora.

Pre prehľadnosť grafov a jednotnosť popisu som zaviedol nasledovné skratky:

S - synchrónny multiplexor,

A2-1 - prvý vstup asynchrónneho multiplexora s typom obsluhy 2.

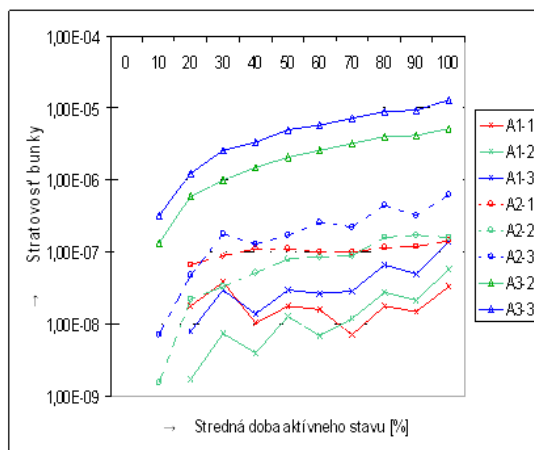
Ďalšie skratky pre jednotlivé typy a vstupy multiplexorov sú definované obdobne.

Príklady grafickej prezentácie výsledkov simulácie:

a) Porovnanie stratovosti všetkých multiplexorov s ohľadom na prvý vstup

Ako najlepší multiplexor s ohľadom na stratovosť buniek sa zdá byť A3. Je ho možné používať v takých aplikáciách, kde nám ide o minimálnu stratovosť jedného vstupu (jedná sa o tzv. služby citlivé na stratu bunky) a na ostatných nám až tak nezáleží. Ak však potrebujeme čo najmenšiu stratovosť pre všetky vstupy multiplexora, je najvýhodnejšie použiť A2. Počet stratených buniek pre vstup jedna všetkých multiplexorov je znázornený na obr. 9.

b) Vyšetrovanie stratovosti buniek asynchrónneho multiplexora s rôznymi typmi obsluhy



Obr. 11. Charakteristika stratovosti buniek A1, A2 a A3
Fig. 11. Cell loss rate of A1, A2 and A3

V jednom grafe, pozri obr. 11, sú porovnané asynchrónne multiplexory so všetkými tromi typmi obsluhy aby bolo možné porovnať zmeny stratovosti buniek pre jednotlivé vstupy ak štatistické parametre vstupov 2 a 3 sú konštantné a aktivita zdroja pre vstup 1 sa mení v rozsahu od 0 – 100 %.

A3-1 nie je v grafe znázornený, pretože stratovosť na tomto vstupe bola vždy nulová. Pri neaktívnom zdroji 1 všetky asynchrónne multiplexory zvládali obsluhu ostatných dvoch vstupov. A1 zvláda obsluhu všetkých vstupov bez straty buniek aj keď zdroj 1 generoval na 10%. So zvyšovaním aktivity zdroja 1 začala stúpať aj stratovosť na jednotlivých vstupoch multiplexorov. Krivky jednotlivých vstupov A1 a A2 majú podobný priebeh s tým rozdielom, že A2 sú posunuté smerom kväčšej stratovosti buniek.

6. ZÁVER

Popisovaný model ATM multiplexora je vďaka svojmu intuitívne ovládateľnému grafickému rozhraniu vhodným nástrojom pre objasňovanie problematiky multiplexorov v pedagogickej praxi a súčasne je použiteľný aj na verifikáciu analytických modelov multiplexorov.

LITERATÚRA

- [1] Žabka, J.: Verifikácia vlastností synchrónneho ATM multiplexora. In.: Advances in electrical and electronic engineering. ŽU Žilina. Vol. 3/2004. s. 35-38
- [2] Žabka, J.: Modelovanie a simulácia prvkov sietí ATM. TnUAD. 2004. 116 s. ISBN 80-8075-027-0
- [3] B-ISDN 1995 & Technology testing seminar handbook. 5963-7508E. Hewlett Packard